

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08181083 A**

(43) Date of publication of application: **12.07.96**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/22**  
**H01L 21/205**  
**H01L 21/31**  
**H01L 21/68**

(21) Application number: **06335068**

(22) Date of filing: **20.12.94**

(71) Applicant: **TOSHIBA CERAMICS CO LTD**

(72) Inventor: **SHIN TAIRA**  
**SHIMIZU TATSUYA**  
**HIRONO YOSHIKAZU**

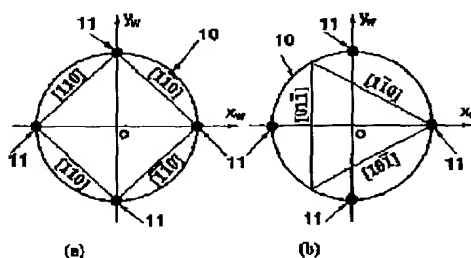
(54) **SUPPORTING METHOD OF WAFER**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To restrain a silicon wafer from slipping off a wafer boat by a method wherein the silicon wafer is supported by the two opposed supports of the boat through such a manner that the wafer is disposed so as to make its crystal orientation parallel with a straight line connected between the two opposed supports or form a certain angle with the adjacent supports.

**CONSTITUTION:** A (100) silicon wafer 10 is supported by the silicon wafer supports 11 of a vertical boat. At this point, the wafer 10 is supported at an angle of 45 degrees at which a Schmidt factor becomes minimal in value. A (111) silicon wafer 10 is supported by the silicon wafer supports 11 of a vertical boat. At this point, the wafer 10 is supported at an angle of 30 degrees at which a Schmidt factor becomes minimal in value. By this setup, a resolution shearing stress related to the slippage of a wafer can be lessened, and a silicon wafer can be kept free from crystal dislocation and prevented from slipping off.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-181083

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1 G			
21/205				
21/31	E			
21/68	V			

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-335068

(22) 出願日 平成6年(1994)12月20日

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 辛 平

神奈川県秦野市曾屋30 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(72) 発明者 清水 達也

山形県西置賜郡小国町大字小国町378 東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 廣野 芳和

山形県西置賜郡小国町大字小国町378 東芝セラミックス株式会社小国製造所内

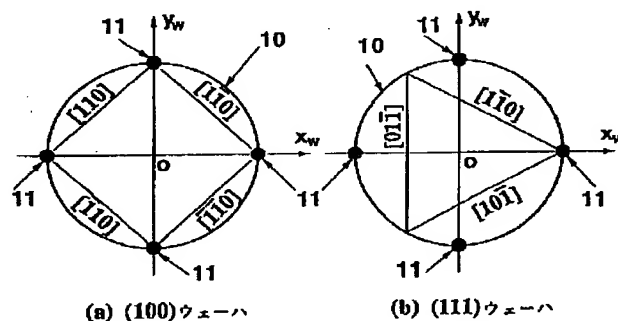
(74) 代理人 弁理士 木下 茂 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 ウエハの支持方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 シリコンウエハのすべり面上に作用する分解剪断応力を減少することにより、シリコンウエハに発生するスリップを抑制する。

【構成】 ウエハ表面に平行し結晶面 (100) を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の  $[110]$  方向を対向する2つの支持部を結ぶ直線と平行に、もしくは隣接する2つの支持部と45度となす方向に配置して、ウエハを支持し、ウエハ表面に平行し結晶面 (111) を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の  $[1\bar{1}0]$ ,  $[10\bar{1}]$ ,  $[01\bar{1}]$  方向に平行な辺からなるウエハの外周円に内接する正三角形の1つの頂点を1つの支持部と合わせ、この支持部を通る直径を対称軸として、正三角形の他の2つの頂点を対称になるように配置して、支持部と30度の倍数の間隔をもって形成された他の支持部とにより、シリコンウエハを支持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ウエハ表面に平行し結晶面（100）を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の〔110〕方向を対向する 2 つの支持部を結ぶ直線と平行に、もしくは隣接する 2 つの支持部と 45 度となす方向に配置して、ウエハを支持することを特徴とするシリコンウエハの支持方法。

【請求項 2】 ウエハ表面に平行し結晶面（111）を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の〔110〕，〔101〕，〔011〕方向に平行な辺からなるウエハの外周円に内接する正三角形の 1 つの頂点を 1 つの支持部と合わせ、この支持部を通る直径を対称軸として、前記正三角形の他の 2 つの頂点を対称になるように配置して、前記支持部と 30 度の倍数の間隔をもって形成された他の支持部とにより、シリコンウエハを支持したことを特徴とするシリコンウエハの支持方法。

【請求項 3】 前記シリコンウエハを 90 度の間隔をもった 4 点で支持することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のシリコンウエハの支持方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はシリコンウエハの支持方法に関し、さらに詳しくは、シリコンウエハを熱処理する製造工程において、複数の半導体ウエハを縦型熱処理炉で処理するための縦型ウエハポートによるシリコンウエハの支持方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、シリコンウエハを製造するには、酸化拡散、析出などの処理のために多くの熱処理工程を必要とし、直径 6 インチまでのシリコンウエハの熱処理では、主に横型の熱処理炉が用いられてきた。しかし、シリコンウエハの大口径化に伴い、シリコンウエハや炉芯管や縦型ウエハポートなどの熱処理炉構成部材が重くなり、前記構成部材が熱クリープなどを起こして使用することができないことがあり、近年では縦型の熱処理炉が広く用いられるようになった。そして、この縦型熱処理炉では、複数の半導体シリコンウエハを縦方向に積載する縦型ウエハポートが用いられている。

【0003】前記縦型熱処理炉に用いられる縦型ウエハポートは、例えば、特開昭 60-107843 号公報、および特開平 3-295227 号公報などに示されるように、長手方向に所定の間隔をもって複数個のシリコンウエハ挿入溝が形成され、シリコンウエハの周囲に縦方向に配列されるシリコンウエハ支持部材と、前記シリコンウエハ支持部材の上下両端部を固定する支持プレートとにより構成されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、縦型ポートに挿入されたシリコンウエハは、前述のように通常数点のシリコンウエハ支持部により支持され、この部分にお

いてシリコンウエハの自重と平衡するため、前記支持部近傍のシリコンウエハ上に最大応力が発生する。またシリコンウエハは上述したようにシリコンウエハ支持部材から自重による応力を受けるとともに、熱処理時にシリコンウエハ面内の温度差によって熱応力を受ける。

【0005】そして、縦型熱処理炉での熱処理工程中に、これらの応力が重なり、ついにはシリコンウエハの結晶の剪断降伏応力値を越えることがある。前記剪断降伏応力値を越えると、シリコンウエハに結晶転位が生じて、シリコンウエハを塑性変形（以下、スリップという。）させる。その結果、製品の品質を低下させると共に、シリコンウエハ製造の歩留まりを減少させるという技術的課題があった。

【0006】本願は上記技術的課題を解決するために、シリコンウエハはシリコンの単結晶により形成されているため、外力の大きさが同じであっても、その作用方向によりすべり面上の分解剪断応力が異なることに着目してなされたものである。すなわち 単に、シリコンウエハを支持する支持部材の数を増やし、シリコンウエハを多数の点で支持しただけでは、シリコンウエハ上に発生する応力を減少させることはできるが、スリップ発生に関するすべり面上の分解剪断応力を抑制することができないからである。そこで、本願はシリコンウエハのすべり面上に作用する分解剪断応力を減少させることにより、シリコンウエハに発生するスリップを抑制しようと試みたものである。

【0007】本発明は、上述したように、シリコンウエハのすべり面上に作用する分解剪断応力を減少することにより、シリコンウエハに発生するスリップを抑制し、シリコンウエハ熱処理工程での高い歩留まり得ることができるシリコンウエハの支持方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記技術的課題を解決するためになされた本発明にかかるシリコンウエハの支持方法は、ウエハ表面に平行し結晶面（100）を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の〔110〕方向を対向する 2 つの支持部を結ぶ直線と平行に、もしくは隣接する 2 つの支持部と 45 度となす方向に配置して、ウエハを支持することを特徴としている。また、ウエハ表面に平行し結晶面（111）を有するシリコンウエハの支持方法において、結晶の〔110〕，〔101〕，〔011〕方向に平行な辺からなるウエハの外周円に内接する正三角形の 1 つの頂点を 1 つの支持部と合わせ、この支持部を通る直径を対称軸として、前記正三角形の他の 2 つの頂点を対称になるように配置して、前記支持部と 30 度の倍数の間隔をもって形成された他の支持部とにより、シリコンウエハを支持したことを特徴としている。更に、前記シリコンウエハを 90 度の間隔をもった 4 点で支持することを特徴としている。

furnace thermal treatment

field of use

## 【0009】

【作用】上記のようにシリコンウエハを支持することに \*

$$\tau = F \cos \beta / (A / \cos \alpha) = \sigma \cos \alpha \cos \beta$$

で表される分解剪断応力 $\tau$ を小さく抑えることができるため、シリコンウエハの熱処理工程中に剪断降伏応力値を越えることがなく、シリコンウエハに結晶転位が生じることはなく、スリップの発生を防止することができる。

## 【0010】

【実施例】まず、シリコンウエハを構成するSi結晶におけるすべり面及びすべり方向について考察する。Si結晶は単結晶からなり、その原子配列はダイヤモンド型結晶の原子配列をとっている。したがって、ダイヤモンド型結晶のすべり系、即ちすべり面及びすべり方向は面心立方型結晶と同じく $\langle 110 \rangle$  {111}を有している。そして、この面心立方型結晶の $\langle 110 \rangle$  {111}すべり系には表1に示すように12個の結晶学的に等価なすべり系が存在している。

【0011】ここで、前記 $\langle \rangle$ 、{ }の記号、及び後に用いる( )、[ ]の記号の意味について簡単に説明する。これら記号は結晶学において一般的に用いられている記号であって、[ ]は結晶中の任意の格子点から任意の他の格子点Pに至るベクトルの方向を表している。即ち、結晶中の任意の格子点を原点Oとし結晶軸(方向)x、y、zをとり(単位格子の辺長はa、b、cである)、前記原点Oから任意の他の格子点Pに至るベクトルを考えた場合に、ベクトルOPは $ua + vb + wc$ で表される。この[uvw]は結晶方向と称されるものである。

【0012】また、 $\langle \rangle$ は等価な方位群を表している。即ち、ベクトルOPの結晶方向[uvw]に沿う周囲の原子の配列状態をみると、対称な方向が存在する。これら方向は、結晶学的に互いに等価であり、これらの方向をひとまとめにして $\langle uvw \rangle$ で表したものである。

【0013】また、( )はミラー指数と呼ばれるものであり、結晶中の相異なる3つの格子点を含む結晶面を表している。そして、この結晶面についても、前述の方向の場合と同様、結晶学的に互いに等価な結晶面が存在する。{ }はこれら等価の結晶面をひとまとめにして表したものである。

【0014】なお、負の成分は、一般的には、本願の図に示すように、数字の上にバーを引くことによって表されるが、この明細書においては、数字の下にアンダーラインを引くことによって表すこととした。

\*より、

※【0015】次に前述の面心立方型結晶の $\langle 110 \rangle$

{111}すべり系について、図1に基づいて具体的に説明する。図1に示すように、{111}面には結晶学的に等価で方位の異なるものが(111)、(1 $\bar{1}$ 1)、(11 $\bar{1}$ )、( $\bar{1}$ 11)と4つ存在する。即ち、結晶中の相異なる3つの格子点A、B、Cを含む結晶面は(111)で表わされ、また3つの格子点B、C、Dを含む結晶面は(1 $\bar{1}$ 1)で表わされ、更に3つの格子点C、D、Eを含む結晶面は(11 $\bar{1}$ )で表わされ、また3つの格子点C、E、Aを含む結晶面は( $\bar{1}$ 11)で表わされている。これら結晶面の周囲の原子配列状態、つまり対称性はいずれの結晶面もまったく同一であり、等価である。これら結晶面は、結晶学的に互いに等価であり、これらの方向をひとまとめにして{111}で表わされる。

【0016】ここで、すべり系は一般的に特定の結晶面で起こる。この特定の結晶面をすべり面と称する。したがって、ダイヤモンド型結晶のすべり面は{111}である。

【0017】次に、前記結晶面におけるすべり方向について検討する。結晶面(111)面におけるすべり方向を考える。まず格子点Aを原点として、格子点Cへ方向があり、これは[01 $\bar{1}$ ]で表すことができる。また格子点Cを原点として、格子点Bへ方向があり、これは[10 $\bar{1}$ ]で表すことができる。更に格子点Bを原点として、格子点Aへ方向があり、これは[1 $\bar{1}$ 0]で表すことができる。以上のように、(111)面には[1 $\bar{1}$ 0]、[10 $\bar{1}$ ]、[01 $\bar{1}$ ]の3つの方向が含まれる。すべり方向は上記方向にすべるため、すべり方向は1つのすべり面に対して3つの方向が存在する。

【0018】なお、[1 $\bar{1}$ 0]に沿う周囲の原子の配列状態をみると、[10 $\bar{1}$ ]、[01 $\bar{1}$ ]と対称である。これら方向は、結晶学的に互いに等価であり、これらの方向をひとまとめにして $\langle 110 \rangle$ で表わされる。

【0019】同様に、(1 $\bar{1}$ 1)、(11 $\bar{1}$ )、(11 $\bar{1}$ )の3つの面についても、各々の面内に3個の $\langle 110 \rangle$ 方向を含む。したがって、この面心立方型結晶の場合には、表1に示すように12個の結晶学的に等価なすべり系が存在していることがわかる。

## 【0020】

## 【表1】

※

No.	すべり面	すべり方向
1	(111)	[1 $\bar{1}$ 0]
2	(111)	[10 $\bar{1}$ ]
3	(111)	[01 $\bar{1}$ ]
4	( $\bar{1}$ 11)	[110]
5	( $\bar{1}$ 11)	[01 $\bar{1}$ ]
6	( $\bar{1}$ 11)	[1 $\bar{1}$ 0]
7	(1 $\bar{1}$ 1)	[ $\bar{1}$ 10]
8	(1 $\bar{1}$ 1)	[0 $\bar{1}$ 1]
9	(1 $\bar{1}$ 1)	[10 $\bar{1}$ ]
10	(1 $\bar{1}$ 1)	[ $\bar{1}$ 10]
11	(11 $\bar{1}$ )	[10 $\bar{1}$ ]
12	(11 $\bar{1}$ )	[0 $\bar{1}$ 1]

【0021】次に分解剪断応力 $\tau$ とすべり面との関係について図2に基づいて説明する。図2に示すように、試料の引張り軸がすべり面の法線およびすべり方向となす角をそれぞれ $\alpha$ 及び $\beta$ 、試料の垂直断面積をA、外力F \*

$$\tau = F \cos \beta / (A / \cos \alpha) = \sigma \cos \alpha \cos \beta \quad \cdots \cdots (1)$$

で表される。

【0022】次に、外力FがSi単結晶に作用する場合、上述の12個のすべり系の中で式 $\tau = F \cos \beta / (A / \cos \alpha) = \sigma \cos \alpha \cos \beta$ を最大にするすべり系の $|\cos \alpha \cos \beta|$ を求める。ここで、 $\tau$ を最大にするすべり系の $|\cos \alpha \cos \beta|$ はSchmid因子kと呼ばれ、このすべり面の法線方向を $D_n$ 、すべり方向を $D_t$ とすると、その計算式は次のように与えられる。

【0023】

【数1】

$$k = \left| \frac{F \cdot D_n}{|F| \cdot |D_n|} \cdot \frac{F \cdot D_t}{|F| \cdot |D_t|} \right|$$

\* ( $F = \sigma A$ 、ここで $\sigma$ は垂直応力)とすると、分解剪断応力 $\tau$ は、すべり面の面積は $A / \cos \alpha$ であり、外力のすべり方向への成分が $F \cos \beta$ であるから、

※【0024】次に、具体的にSchmid因子kの値を図3に示されたシリコンウエハについて求める。図3に示されたシリコンウエハはウエハ表面に平行し結晶面(100)の方位を有するシリコンウエハ(以下、単に(100)シリコンウエハと称する)を示す。そして、このシリコンウエハ面内に座標軸、 $x$ 、 $y$ をとり、シリコンウエハの面内において、 $x$ 軸と角 $\theta$ の方向に外力Fが作用する場合のSchmid因子の値を求める。Schmid因子は前述の式によって求められるが、角 $\theta$ の変化によって変化するため、角度 $\theta$ とSchmid因子kの値との関係を示すと図4のようになる。

【0025】図4からわかるように、Schmid因子の値は45度周期、正弦半波曲線で表される。その最小値( $\theta = 45n$ 、 $n=0, 1, \dots$ )は0.4082で、また最大値( $\theta = 45n + 22.5$ 、 $n=0, 1, \dots$ )は0.4928である。これからわかるように、最大値は最小値より約21%大きい値をとる。したがって、外力(応力)の作用方向を変えることにより、スリップ発生に関連する分解剪断応力を約2割ほど減少させることができる。

※40 【0026】以上から明らかなように、(100)シリ

コンウエハを縦型ボートのシリコンウエハ支持部により支持する際、Schmid因子の値が最小値をとる角度である $\theta_0 = 45n$  ( $n=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ )の位置を支持することにより、分解剪断応力を減少することができる。この状態図を図7(a)に示す。なお、図中10はシリコンウエハを、11はシリコンウエハの支持点(支持部)を示している。

【0027】同様に、Schmid因子 $k$ 値を図5に示されたシリコンウエハについて求める。図5に示されたシリコンウエハはウエハ表面に平行し結晶面(111)の方位を有するシリコンウエハ(以下、単に(111)シリコンウエハと称する)を示す。そして、このシリコンウエハ面内に座標軸、 $x_w$ 、 $y_w$ をとり、シリコンウエハの面内において、 $x_w$ 軸と角 $\theta$ の方向に外力 $F$ が作用する場合のSchmid因子の値を求める。Schmid因子は前述の式によって求められるが、角 $\theta$ の変化によって変化するため、角度 $\theta$ とSchmid因子 $k$ の値との関係を示すと図6のようになる。

【0028】図6からわかるように、Schmid因子の値は30度周期、正弦半波曲線で表される。その最小値( $\theta_0 = 30n$ ,  $n=0, 1, \dots$ )は0.4082で、また最大値( $\theta_0 = 30n + 15$ ,  $n=0, 1, \dots$ )は0.4714である。これからわかるように、最大値は最小値より約15%大きい値をとる。したがって、外力(応力)の作用方向を変えることにより、スリップ発生に関連する分解剪断応力を約1.5割程減少させることができる。

【0029】以上から明らかなように、(111)シリコンウエハを縦型ボートのシリコンウエハ支持部により支持する際、Schmid因子の値が最小値をとる角度である $\theta = 30n$  ( $n=0, 1 \sim 12$ )の位置を支持することにより、分解剪断応力を減少することができる。この状態図を図7(b)に示す。なお、図中10はシリコンウエハを、11はシリコンウエハの支持点(支持部)を示している。

【0030】また、(100)シリコンウエハ及び(111)シリコンウエハを縦型ボートのシリコンウエハ支 \*

\* 持部により支持する際、両者を取捨選択することなしに、Schmid因子が最小値をとる角度で支持するためには、縦型ボートのシリコンウエハ支持部は $45^\circ$ と $30^\circ$ の最小公倍数である $90^\circ$ の間隔を持って支持すれば良い。なお、上記実施例においてウエハを $45^\circ$ と $30^\circ$ の間隔を持って支持すれば良いことを示したが、 $\pm 5$ 度の範囲においてほぼ同等の効果を奏するため、この角度の許容範囲として $\pm 5$ 度の範囲は含まれるものである。

10 【0031】

【発明の効果】以上述べたように、本発明にかかるシリコンウエハ支持方法によれば、スリップ発生に関連する分解剪断応力を減少させることができたため、シリコンウエハに結晶転位が生ずることがなく、シリコンウエハのスリップを防止できる。その結果、製品の品質を低下させると共に、シリコンウエハ製造の歩留まりを向上させるという効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】図1はシリコン単結晶の12個のすべり系を示す図である。

【図2】図2は引張り変形における分解剪断応力を示す図である。

【図3】図3は結晶面(100)を有するシリコンウエハを示す図である。

【図4】図4は結晶面(100)を有するシリコンウエハのSchmid因子の値を示す図である。

【図5】図4は結晶面(111)を有するシリコンウエハを示す図である。

30 【図6】図6は結晶面(111)を有するシリコンウエハのSchmid因子の値を示す図である。

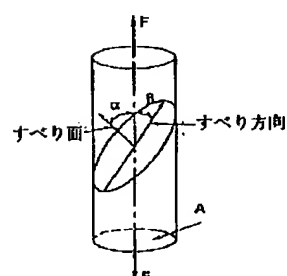
【図7】図7は本発明の一実施例を示すであって、(a)は結晶面(100)を有するシリコンウエハの、(b)は結晶面(111)を有するシリコンウエハの支持位置を示す図である。

【符号の説明】

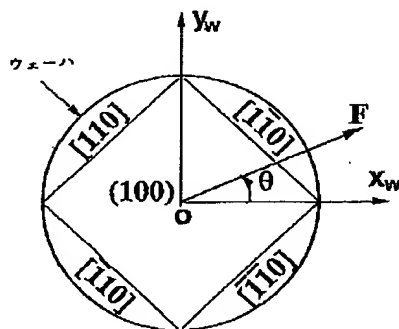
10 シリコンウエハ

11 支持部

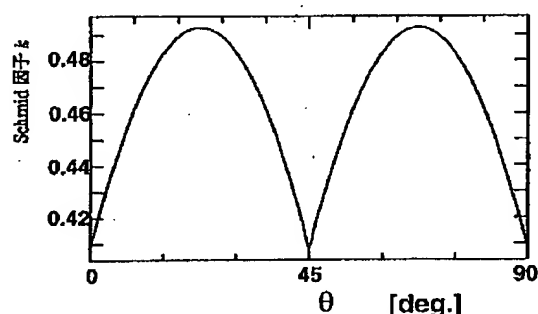
【図2】



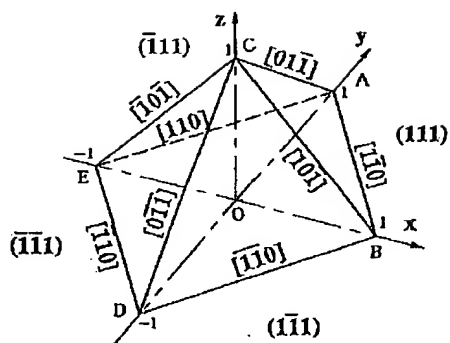
【図3】



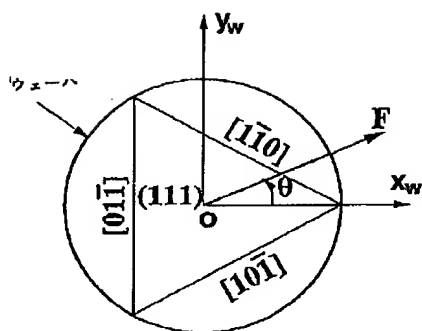
【図4】



【図1】



【図5】



【図7】

